



P803052/wo/n

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 18 263 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:  
**B 60 T 13/66**

②1 Aktenzeichen: 101 18 263.5  
②2 Anmeldetag: 12. 4. 2001  
④3 Offenlegungstag: 17. 10. 2002

DE 101 18 263 A 1

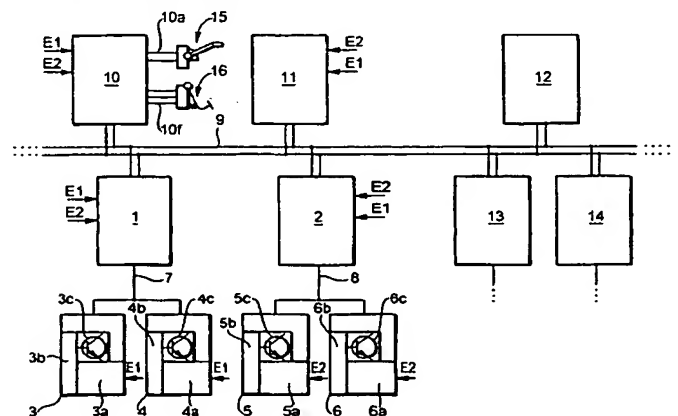
⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Weiberle, Reinhard, 71665 Vaihingen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 Elektronisches Steuersystem, insbesondere für eine Fahrzeugbremsanlage

⑤7 Es wird ein elektronisches Steuersystem, insbesondere für eine Fahrzeugbremsanlage beschrieben, bei welchem für jeden Bremskreis ein Bremsmodul vorgesehen ist, dem wenigstens ein Aktuator zugeordnet ist, wobei jedem Bremsaktuator sowohl baulich als auch logisch eine lokale Elektroneinheit zur Ausführung aktuator- und/oder sensorspezifischer Ansteuer- und/oder Auswertefunktionen zugeordnet ist, die über einen lokalen Bremskreis Datenbus mit dem Bremsmodul des jeweiligen Bremskreises verbunden sind. Ferner ist ein Kommunikationssystem vorgesehen, mit dem die Bremsmodule untereinander und mit wenigstens einem Fahrerwunschmodul sowie wenigstens einem weiteren Steuermodul zur Einstellung einer Steuerfunktion außerhalb der Fahrzeugbremsanlage verbunden sind.



DE 101 18 263 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein elektronisches Steuersystem, insbesondere für eine Fahrzeugbremsanlage.

[0002] in solches elektrisches Steuersystem ist am Beispiel eines elektrischen Bremssystems für Kraftfahrzeuge aus der DE-A 196 34 567 (US-Patent 5,952,799) bekannt. Das dort beschriebene Steuersystem weist ein Steuermodul zur Ermittlung des Fahrerwunsches und Steuermodule zur Einstellung der Bremskraft an den Fahrzeugrädern auf, wobei ein solches Steuermodul vorzugsweise eine Gruppe von Radbremsen, achsweise oder diagonal zusammengefaßt, betätigt. Zur Verbindung des den Fahrerwunsch erfassenden Steuermoduls mit den Steuermodulen zur Bremskräfteeinstellung ist wenigstens ein Kommunikationssystem (Bussystem) vorgesehen. Um zumindest eine teilweise Funktionsfähigkeit des Bremssystems im Fehlerfall sicherstellen zu können, sind weitere, von dem Kommunikationssystem unabhängige Kommunikationsverbindungen zwischen dem Steuermodul zur Fahrerwunscherfassung und den Steuermodulen zur Bremskräfteeinstellung vorgesehen.

[0003] Die Leistungselektronik zur Ansteuerung der die Radbremsen betätigenden Aktoren (z. B. Elektromotoren) ist baulich in die Steuermodule zur Einstellung der Bremskraft integriert. Dadurch ist die Übertragung getakteter Ströme vom Steuergerät zu den Bremsaktuatoren notwendig, die zu erheblichen EMV-Problemen (EMV = elektromagnetische Verträglichkeit) führen kann. Aus diesem Grund wird in der DE-A 198 26 131 angegeben, daß Steuermodule mit integrierter Leistungselektronik jeweils nur einen Bremsaktor ansteuern und somit räumlich nahe am Aktuator angeordnet sind. Dies wirkt sich jedoch nachteilig auf die Anzahl der Steuermodule und, da jedes Steuermodul wenigstens einen Mikrocomputer aufweist, auch auf die Anzahl der Mikrocomputer im gesamten Steuersystem aus.

## Vorteile der Erfindung

[0004] Durch die hardwareseitige Trennung der Steuer- und Regelfunktionen einerseits und der aktuatorspezifischen Ansteuer- und Auswertefunktionen andererseits wird der oben beschriebene Zielkonflikt geringer elektromagnetischer Störungen und verhältnismäßig kleiner Steuermodul- und/oder Mikrocomputeranzahl gelöst.

[0005] Vorteilhaft insbesondere mit Blick auf die elektromagnetische Störstrahlung ist es, wenn die Regelalgorithmen und Überwachungsfunktionen jedes Bremskreises in Bremskreis-Steuermodulen (Bremsmodulen) ausgeführt werden, während die aktuatorspezifischen Ansteuer- und Auswertefunktionen von baulich in die Aktuatoren integrierten, lokalen Elektroneinheiten (Rad- bzw. Achsmodul) ausgeführt sind.

[0006] Durch die Verwendung eines eigenen Kommunikationssystems zwischen dem jeweiligen Bremskreissteuer- und den zugeordneten Achs- bzw. Radmodulen wird eine eindeutig spezifizierte Schnittstelle zwischen diesen Elementen vorgegeben. In vorteilhafter Weise läßt dies die spezielle Konfiguration der Hardwarekomponenten des Achs- bzw. Radmoduls z. B. für den verwendeten Aktuatormotortyp zu, während andererseits das Bremsmodul einheitlich für verschiedene Aktuatorkonzepte verwendet werden kann.

[0007] In vorteilhafter Weise sind die Bremsmodule mit einem weiteren Kommunikationssystem, beispielsweise einem übergeordneten Fahrzeuginfrastrukturbus, mit den oder dem Modul zur Fahrerwunscherfassung und/oder Stabilitätsregelung verbunden. In einem bevorzugten Ausführungs-

beispiel sind an dieses Kommunikationssystem weitere elektronische Systeme wie beispielsweise Steer-by-Wire-, Shift-by-Wire-, Drive-by-Wire-Systeme, usw. angeschlossen.

[0008] Durch die Aufteilung der Datenkommunikation auf verschiedene Kommunikationssysteme verringert sich ferner das Datenaufkommen in den einzelnen Kommunikationssystemen, so daß kürzere Taktzyklen realisiert werden können. Dies wirkt sich insbesondere auf verteilte Regler und die dort erreichbare Regelgenauigkeit und/oder -dynamik vorteilhaft aus.

[0009] Besonders vorteilhaft ist, daß sich durch die genannte Aufteilung und Verbindung bei mehreren Steuersystemen im Fahrzeug Synergien zwischen den einzelnen Systemen ergeben, da diese Ressourcen gemeinsam nutzen. So kann beispielsweise das fehlertolerant aufgebaute Steuermodul zur Erfassung des Fahrerbremswunsches auch die Erfassung und Auswertung des Lenkwunsches, der Fahrstufenauswahl des Getriebes, des Leistungswunsches der Antriebseinheit, etc. mit übernehmen.

[0010] Ferner erleichtert die Vernetzung verschiedener Teilsysteme die Realisierung neuer Fahrzeugfunktionen, z. B. einer Fahrdynamikregelung mit kombiniertem Brems- und Lenkeingriff, eine Stop-and-Go Fahrfunktion usw.

[0011] Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Patentansprüchen.

## Zeichnung

[0012] Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Die einzige Figur zeigt ein Übersichtschaltbild eines Brake-by-Wire-Systems, bei welchem die oben genannten Grundsätze realisiert sind.

## Beschreibung für Ausführungsbeispiele

[0013] Das in der Figur dargestellte Brake-by-Wire-System ist ein Zweikreis-Bremssystem, wobei sich jeder Bremskreis aus wenigstens einem Bremsmodul 1 und 2 und wenigstens einem elektrisch angesteuerten Bremsaktor 3, 4, 5, 6 zusammensetzt. In der Figur ist als bevorzugtes Ausführungsbeispiel eine Lösung dargestellt, in welchem jedem Rad ein solches Radmodul zugeordnet ist. In anderen Ausführungsbeispielen sind die Aktuatoren zur Steuerung der Radbremsen an einer Achse in einem Radmodul zusammengefaßt, so daß in diesem Fall bei einem vierrädrigen, zweiachsigen Fahrzeug lediglich zwei Radmodule (sogenannte Achsmodule) vorhanden sind. Jedes Rad- bzw. Achsmodul umfaßt einen (im Falle der Achsmodule zwei) Bremsaktuatoren 3a, 4a, 5a, 6a, die im bevorzugten Ausführungsbeispiel einer elektromechanischen Bremsanlage als Elektromotoren mit Übersetzungsgetriebe ausgestaltet sind. Ferner weisen die Rad- bzw. Achsmodule Sensorik 3b, 4b, 5b, 6b, die die am Rad und/oder an der Radbremse zu messenden Größen erfassen, beispielsweise Drehzahl, Geschwindigkeit, Bremskraft, Bremsmoment, etc. Darüber hinaus umfaßt jedes Rad- bzw. Achsmodul eine lokale Elektroneinheit 3c, 4c, 5c, 6c, welche unter anderem die Ansteuerlektronik für den Bremsaktor, insbesondere die Endstufe, umfaßt.

[0014] Über Kommunikationssysteme 7 bzw. 8 sind die Rad- bzw. Achsmodule mit den Bremsmodulen 1 bzw. 2 je nach Bremskreiszugehörigkeit verbunden. Über die Kommunikationssysteme 7 bzw. 8 übermitteln die Radmodule die erfaßten Sensorsignale, während zu den Radmodulen Ansteuersignale von den Bremsmodulen geführt werden. Im

Rahmen der Endstufen (3c bis 6c) setzen die Rad- bzw. Achsmodule die Ansteuersignale der Bremsmodule in Ansteuerströme für den Aktuator der Radbremse um. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Aktuator um einen elektronisch kommutierten Motor. Aufgrund der beschriebenen spezifizierten Schnittstelle und der räumlichen Zuordnung der Ansteuer Elektronik zum Aktuator können speziell auf den jeweiligen Motor konfigurierte Hardwarekomponenten zum Einsatz kommen, ohne daß dadurch Hardwareänderungen in den Bremsmodulen notwendig werden.

[0015] Unter Kommunikationssystem wird ein Bussystem für die digitale Datenübertragung verstanden (z. B. CAN oder ähnliche Bussysteme).

[0016] Anstelle der obengenannten elektromotorischen Bremsenaktuatoren werden in anderen Ausführungen Aktuatorelemente eingesetzt, die mittels Ventilen und/oder Pumpen Bremskraft mittels eines Druckmittels (hydraulisch, pneumatisch) aufbauen.

[0017] Wie oben dargestellt, ist ein Bremsmodul eines Bremskreises mit den ihm zugeordneten Rad- oder Achsmodule des Bremskreises über den oben skizzierten Bremskreis-Datenbus verbunden (7, 8). Dieser übernimmt optional auch die Spannungsversorgung der elektrischen Komponenten der Radmodule und der den Radmodulen zugeordneten Sensorik. Die Energieversorgung der Aktuatorelemente selbst wird direkt den jeweiligen Leistungsendstufen zugeführt. In dem in der Figur gezeigten bevorzugten Ausführungsbeispiel werden die Aktuatorelemente des ersten Bremskreises aus dem Energiekreis E1, die des zweiten Bremskreises aus dem Energiekreis E2 mit Strom versorgt.

[0018] In den Bremsmodulen 1, 2 des jeweiligen Bremskreises, die zumindest je einen Mikrocomputer enthalten, wird die Regelung der zugeordneten Aktuatorelemente des Bremskreises, die Auswertung der Sensorsignale und eine Plausibilität zur Überwachung der Sensor- und Ansteuersignale für diesen Bremskreis ausgeführt. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel werden die Bremsmodule dabei aus beiden Energiekreisen E1 und E2 mit Spannung versorgt, wobei im Fehlerfall eines der Energiekreise auf den anderen umgeschaltet wird. In den Bremsmodulen werden für die zugeordneten Radmodule bzw. Achsmodule Führungsgrößen oder Stellgrößen für die Radbremsen ermittelt, die über dem Bremskreis-Datenbus an die Rad- bzw. Achsmodule gesendet werden. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die an der Radbremse aufgebrachte Zuspannkraft bzw. das Bremsmoment geregelt. Dabei werden die Regleralgorithmen in den Mikrocomputer der Bremsmodule gerechnet und das Reglerausgangssignal, d. h. die Stellgröße, den Rad- bzw. Achsmodule zugesendet. Ferner werden in den Bremsmodulen die in den Rad- bzw. Achsmodule ermittelten Sensorsignale ausgewertet und weiterverarbeitet, wobei in den Rad- bzw. Achsmodule zumindest zum Teil die von den Sensoren erfaßten Signale erfaßt, digitalisiert und über den Bremskreis-Datenbus an das Bremsmodul gesendet werden. Beispiele für derartige Sensorsignale sind die Signale eines Kraftsensors im Bereich der Radbremse, eines Momentensensors zur Erfassung des Bremsmoments, eines Drehzahlsensors, eines Sensors, der die Reifenverformung erfaßt, etc. Werden in anderen Ausführungsbeispielen nicht alle Sensorgrößen in den Rad- bzw. Achsmodule erfaßt, sind in den Bremsmodulen entsprechenden Sensorsignalein-gänge vorgesehen.

[0019] Die Sensorsignale werden in den Bremsmodulen aufbereitet und gegebenenfalls auf Fehler, beispielsweise im Rahmen eines Signal-Range-Checks untersucht. Ferner wird eine Plausibilitätsüberprüfung der ermittelten Sensorsignale und der Ansteuersignale vorgenommen, wobei bei-

spielsweise bei Ausgabe eines entsprechenden Ansteuersignals im Rahmen der zeitlichen Randbedingungen eine entsprechende Änderung des Sensorsignals festzustellen sein muß.

[0020] Über wenigstens ein weiteres Kommunikationssystem 9, welches in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ein Fahrzeuginfrastrukturbus darstellt, sind die Bremsmodule mit weiteren Modulen zur Fahrerwunscherfassung 10 und zur Fahrdynamikregelung 11 verbunden. Darüber hinaus ist in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel vorgesehen, daß an diesem Kommunikationssystem 9, welches aus Sicherheitsgründen auch redundant ausgeführt sein kann, weitere Module 12, 13, 14 angebunden sind, die weitere Steuersysteme wie Steer-by-Wire-Systeme, etc. darstellen.

[0021] Das Kommunikationssystem 9 und die Bremskreis-Datenbusse arbeiten in einem Ausführungsbeispiel mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und/oder nach unterschiedlichen Kommunikationsprotokollen.

[0022] Das Modul für die Fahrerwunscherfassung 10 erfaßt über Eingangssignale 10a bis 10f Betätigungssignale der Feststellbremse 15 sowie des Betriebsbremspedals 16. Auf der Basis der erfaßten Betätigungsgrößen bildet das Modul 10 den Fahrerbremswunsch, der beispielsweise als ein Bremskraftsollwert für die Achsen des Fahrzeugs an die Bremsmodule 1 und 2 sowie an die Fahrdynamikregelung 11 abgegeben wird. Letztere moduliert bei Bedarf, beispielsweise im Rahmen eines elektronischen Stabilitätsprogramms, eines Blockierschutzreglers oder eines Antriebs-schlupfreglers, die Fahrerwunschvorgaben zur radindividuellen Bremsvorgaben, die wiederum über das Kommunikationssystem 9 den Bremsmodulen 1 und 2 zur Einstellung übermittelt werden. Die Module 10 und 11 werden dabei ebenfalls gegebenenfalls umschaltbar von beiden Energiekreisen E1 und E2 mit Energie versorgt.

[0023] Durch die Aufteilung der Datenübertragung auf zwei Kommunikationsebenen und somit wenigstens drei Datenbussen (z. B. einmal Fahrzeugbus, zweimal Sensorbus) reduziert sich die Anzahl der Kommunikationsteilnehmer in den einzelnen Kommunikationssystemen gegenüber bekannten Systemarchitekturen. Somit sind bei insgesamt gleichem Datenaufkommen höhere Taktraten für die einzelnen Datenbusse möglich.

[0024] An dem Fahrzeuginfrastrukturbus 9 sind in einer Ausführung weitere Systeme wie Steer-by-Wire, Active-Body-Control, Shift-by-Wire usw. angebunden sein. Durch gemeinsame Nutzung von Ressourcen können Synergien gegenüber eigenständigen Brems- oder Lenksystemen geschaffen werden. Darüber hinaus werden durch die Vernetzung der einzelnen Systeme neue Fahrzeugfunktionen leichter realisierbar oder überhaupt erst ermöglicht.

[0025] Ein wesentliches Synergiepotential liegt hierbei in der Zusammenfassung von Funktionen mit hohen Sicherheit- bzw. Fehlertoleranzanforderungen. So kann die Bremswunscherfassung, die Lenkwunscherfassung, die Auswahl der Getriebestufe, die Fahrerwunscherfassung zur Steuerung einer Antriebseinheit in einem zentralen Fahrerwunschmodul zusammengefaßt werden, welches fehlertolerant aufgebaut ist (in der Figur beispielsweise Modul 10). In einem Fahrdynamikmodul 11 können neben den übergeordneten Bremsregelfunktionen wie Bremskraftverteilung, Blockierschutzregler, Antriebschlupfregler und elektrische Stabilitätsprogramm auf Funktionen wie fahrdynamische Lenkeingriffe, variable Lenkübersetzung und weitere Funktionen zur fahrzustandsabhängigen Modifikation der Sollwerte für Bremsen, Lenkung, Getriebe, Motorsteuerung usw. ausgeführt werden. Ein im Fahrzeug vorhandenes Steuermodul zur Anzeige von Fahrerinformationen (Cockpitmodul) informiert basierend auf dem Betriebsstatussignalen der

Bremsmodule den Fahrer über den Betriebs- und Fehlerzustand des Bremssystems.

sches vorgenommen wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Elektronisches Steuersystem, insbesondere für eine Fahrzeugbremsanlage, mit einem fehlertolerant aufgebautem Fahrerwunschmodul (10) zur Erfassung des Fahrerbremswunsches und wenigstens zwei Bremskreismodulen (1, 2) zur Steuerung der Radbremsen, wobei jedem Bremskreismodul (1, 2) wenigstens ein elektrisch steuerbarer Bremsaktuator zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß jedem Bremsaktuator sowohl baulich als auch logisch eine lokale Elektronikeinheit zur Ausführung aktuatorspezifischer Ansteuer- und/oder sensorspezifischer Auswertefunktionen zugeordnet ist, die über einen lokalen Bremskreis-Datenbus mit dem Bremskreismodul des jeweiligen Bremskreises verbunden ist.
2. Steuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorsignale des jeweiligen Aktuators und des wenigstens einen Rades, an welchem der Aktuator eine Bremskraft aufbringt, von der lokalen Elektronikeinheit erfaßt werden und als digitale Signale, falls notwendig, dem Bremsmodul über den Bremskreis-Datenbus zur Verfügung gestellt werden.
3. Steuersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsaktuatoren wenigstens eines Bremskreises als elektromechanische Aktuatoren mit elektronisch kommutiertem Motor aufgebaut sind, wobei in der lokalen Elektronikeinheit die Kommutierung des Motors durchgeführt wird.
4. Steuersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Energieversorgung der lokalen Elektronikeinheiten und der zugeordneten Sensoren über den Bremskreis-Datenbus bzw. über dessen physikalisches Medium erfolgt.
5. Steuersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremskreismodule über ein fehlertolerantes Kommunikationssystem miteinander, mit dem Fahrerwunschmodul und mit einem optional vorhandenen Steuermodul zur Berechnung übergeordneter Bremsregelfunktionen verbunden sind.
7. Steuersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuermodule der Fahrzeugbremsanlage mit Steuermodulen weiterer elektronischer Steuersysteme über ein fehlertolerantes Kommunikationssystem, welches als Fahrzeugdatenbus ausgelegt ist, verbunden sind.
8. Steuersystem, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Fahrerwunschmodul neben der Erfassung des Betriebs- und/oder Feststellbremswunsches des Fahrers zusätzlich wenigstens eine der Fahrerwunschgrößen Lenkwunsch, die Fahrstufenwahl, der Antriebsleistungswunsch erfaßt wird und diese Fahrerwunschgröße über das Kommunikationssystem an das entsprechende Steuermodul zur Einstellung gesendet wird.
9. Steuersystem nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß im Fahrdynamikmodul bei fahrdynamisch kritischen Situationen unter Darstellung von Komfortfunktionen wie z. B. einer variablen Lenkübersetzung eine Modifikation des Fahrerlenkwun-

- Leerseite -

